Rapport nr 1/2006

Hva gjør vi med plasten?



NORGES NATURVERNFORBUND

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

Forsidebilde: Antall flasker på bildet viser eksempel på omtrentlig årlig forbruk for én person av emballasje til sjampo, oppvaskmiddel, kroppssåpe, balsam og intimsåpe.

Tittel: *Hva gjør vi med plasten?*
Forfatter: Marte O. Kittilsen
Foto: Elisabeth Kirkeng Andersen
Utgivelse: 1/2006
Redaksjonen avsluttet: 16.12.2005
Utgiver/ Copyright: Norges Naturvernforbund, Boks 342 Sentrum, 0101 Oslo
ISBN 82-7478-254-2
ISSN 0807-0946

Det oppfordres til å sitere og bruke opplysninger fra denne rapporten. Norges Naturvernforbund oppgis som kilde.

Elektronisk versjon (pdf-format) på: www.naturvern.no

Sammendrag
Plast er et syntetisk materiale som i all hovedsak lages av fossil olje eller gass. Plastproduksjon beslaglegger 4-8 prosent av verdens uttak av fossil olje og gass. Uttak og bearbeiding av plastens råvarer er energikrevende og dessuten forurensende prosesser. Fossilt brensel står for 77 prosent av verdens energibruk, og ved produksjon av plast forbrukes ca 1 kilo olje/gass (som energikilde) per kilo plast produsert. I tillegg brukes ca 1 kilo olje/gass som råstoff til selve plasten.

Bruken av plast har steget kolossalt siden 1960-årene. Det er grunn til å tro at denne trenden vil fortsette, ettersom forbruket øker og plast stadig overtar for andre materialer, for eksempel i bilindustrien og emballasjesektoren. I 2002 ble det produsert nær 500 000 tonn plastavfall i Norge. Det utgjør en økning på over 50 prosent siden 1986. Såkalt ordinær plastemballasje utgjør ca en fjerdedel av plastavfallet, og omtrent halvparten av dette kastes i husholdningene. Målt i volum, er opptil 80 prosent av husholdningsavfallet i dag plast. Størstedelen av plastavfallet i Norge blir deponert. Andelen som går til resirkulering eller forbrenning med energiutnyttelse er økende, og utgjorde drøyt 17 prosent av totalmengden i 2002. Andelen *emballasje*plast som resirkuleres utgjorde i 2004 24 prosent.

Plast er knyttet til flere ulike miljøproblemer: økt drivhuseffekt, overgjødsling, forsuring, miljøgiftutslipp og forsøpling. De fleste av miljøeffektene er forbundet både med plastens produksjonsfase og avfallsbehandlingen. Miljøeffektene som følge av avfallbehandlingen avhenger av plasttypen og hvor plasten havner. Plastavfall som havner i naturen kan, i tillegg til å være visuelt skjemmende en lang periode, medføre skade på både store og små dyr. Miljøskadelige kjemikalier kan lekke ut av plasten. Det samme er tilfelle når plasten ender på avfallsdeponi. Forbrenning av oljebasert plast innebærer utslipp av blant annet fossil CO_2 og dannelse av farlig avfall. Forbrenningen frigjør energi som kan benyttes til oppvarming og/eller strømproduksjon, men innebærer at materialet går tapt. Ved resirkulering (også kalt "materialgjenvinning") blir plastavfallet brukt som råvare. Resirkulering av plast kan foregå mekanisk (dvs. fysisk) eller kjemisk. Mange plasttyper kan resirkuleres mekanisk opptil 6 ganger. For kjemisk resirkulering er det ingen tilsvarende grense for antall runder i materialkretsløpet, men til gjengjeld er kjemisk gjenvinning mer ressurskrevende. Plast som inneholder miljøskadelige kjemikalier som ikke kan fjernes under resirkuleringsprosessen, bør ikke brukes på nytt. Også resirkulering av plast kan medføre forurensende utslipp. Som regler er likevel miljøgevinsten ved resirkulering større enn ved forbrenning. For eksempel kan resirkulering av plast spare 3 ganger mer energi enn man får ut ved å brenne den samme plasten i et vanlig, norsk forbrenningsanlegg. De store miljøgevinstene ved resirkulering fremkommer når resirkulert materiale erstatter jomfruelig materiale. For hver kilo returplast som erstatter plast av jomfruelig materiale, spares råvare og energi tilsvarende 2 kilo olje. I tillegg reduseres en rekke forurensende utslipp forbundet med uttak og bearbeiding av oljen/gassen.

Forskere har regnet ut at vår ressursbruk må effektiviseres med en faktor på 10, dersom den skal være bærekraftig i 2050. Det vil innebære både lavere forbruk av materialer og energi i produksjonsprosesser og utnyttelse av ressursene som avfallet representerer. Skal vi oppnå en bærekraftig utvikling, må vårt fremtidige materialbruk være basert på kretsløpstenking, både hos produsenter, forbrukere og myndigheter. Fremtidens plastprodukter er de som er designet med tanke på at plasten skal gå flere ganger i kretsløp. En rekke tiltak fra produsentenes side kan forbedre produktdesign, sammenlignet med mange av dagens produkter. Samtidig kan norske myndigheter i større grad enn i dag legge til rette for at plast og plastavfall utnyttes mer miljøvennlig og ressurseffektivt. Lokale og sentrale myndigheter bør iverksette tiltak som sørger for at mest mulig plast lar seg resirkulere og at mest mulig av den resirkulerbare plasten faktisk blir resirkulert. Forbrukere kan på sin side etterspørre produkter med miljøvennlig design og innsamlingsordninger for plast hjemme og på arbeidsplassen.

Innhold

Side
1. Innledning..6
2. Fakta om plast...6
2.1. Hva er plast?...6
2.2. Hvor finnes plast?..8
3. Plast som avfall..8
3.1. Hvor mye plastavfall?..8
3.2. Hvem har ansvar for plastavfallet?..9
3.3. Hvilke miljøeffekter har plastavfall…?...10
3.3.1. …ved forsøpling?...10
3.3.2. …ved deponering?...11
3.3.3. …ved forbrenning?..11
3.3.4. …ved resirkulering?...12
3.4. Hvordan bør plastavfall behandles?...13
4. Hvordan forbedre utnyttelsen av plasten?.....................................15
4.1. Hva kan produsenter gjøre?..15
4.2. Hva kan forbrukere gjøre?...16
4.3 Hva kan myndighetene gjøre?...16
5. Oppsummering...16
6. Referanser 17
Appendiks: Ordforklaringer...23

1. Innledning

Menneskene har lenge vært klar over at verdens forbruk av naturressurser ikke er bærekraftig. Riktignok blir ressursutnyttelsen stadig mer effektiv, men gevinsten spises opp av befolkningsvekst og økt personlig forbruk. Verdens forbruk av fornybare naturressurser, som skog, er 20 prosent for høyt til at naturen greier å fornye disse ressursene. Det meste av dette overforbruket skjer i vestlige land, deriblant Norge. Hvis alle verdensborgere hadde et like høyt forbruk av fornybare ressurser som nordmenn, ville vi trengt tre og en halv jordklode for å dekke dette behovet.

Samtidig er verdens forbruk av ikke-fornybare ressurser, som fossil olje og gass, økende. Dette er ressurser som vi vet vil ta slutt en gang i fremtiden. Bekymringen knyttes imidlertid ikke først og fremst til mengdebegrensningene, men til de miljøskadene som uttaket og bruken av disse ressursene medfører. Særlig gjelder dette menneskeskapte klimaendringer, hovedsakelig som følge av utslipp av fossil karbondioksid (CO_2).

2. Fakta om plast

2.1. Hva er plast?

Plast er et syntetisk materiale, sammensatt av hydrokarboner (dvs. molekyler av hydrogen og karbon). Plasten lages ved at enkle hydrokarbonmolekyler (kalt *monomerer*) bindes sammen i lange kjeder (kalt *polymerer*). Forskjellige monomerer og kombinasjoner av disse, gir polymerer med ulike egenskaper. Eksempler på vanlige monomerer er etylen (eten), butylen (buten) og propylen (propen).

Ikke alle polymerer er plast. I tillegg til plast-polymerene, har vi også gummielastiske polymerer (*elastomerer*), både naturlige og syntetiske, og *biopolymerer* som cellulose, stivelse og protein. Biopolymerer for eksempel fra tomater, kan brukes til å lage plast kalt bioplast.

Det meste av plasten som lages i dag, er imidlertid basert på fossil olje eller gass. Ulike kilder har forskjellige anslag over hvor stor andel av verdens uttak av fossil olje og gass som går med til å lage plast, alt fra 4 til 8 prosent. Spriket kan skyldes at noen kilder inkluderer energikildene til plastproduksjon (uten at dette er oppgitt). Uttak og bearbeiding av plastens råvarer er energikrevende og dessuten forurensende prosesser. Fossilt brensel står for 77 prosent av verdens energibruk, og ved produksjon av plast forbrukes ca 1 kilo olje/gass (som energikilde) per kilo plast produsert. Bruk av olje eller gass som energikilde innebærer utslipp av fossil CO_2 og dermed bidrag til økt drivhuseffekt. I tillegg forårsakes utslipp av miljøgifter og forbindelser som forsurer eller overgjødsler miljøet (bla. SO_2 og NO_X).

Plast deles inn i to hovedgrupper: Plast som er formbar eller som kan gjøres formbar ved oppvarming, kalles *termoplast*, mens plast som har gjennomgått en kjemisk herding under produksjon, kalles *herdeplast*. Blant herdeplastene finner vi alkydplast, aminoplaster som urea- om melaminplast, epoksyplast, umettet polyester og fenolplast (som bakelitt). Blant termoplastene finner vi polyamid og akrylplaster, polyestere som polykarbonater, polyetylentereftalat (PET), polybutylen og polypropylen og polystyren (se boks 1). I tillegg har vi polyvinyler som polyvinylklorid (kjent som PVC), som skiller seg fra de andre ved at grunnstoffet klor er en viktig bestanddel. Dette har spesielle konsekvenser for det ulike behandlingsalternativene (se avsnitt 3.3.3. og 3.3.4.).

Uansett hvilken plastgruppe det dreier seg om, er ikke plast bare plast. De fleste plaster tilsettes ulike hjelpestoffer for å gi dem spesielle egenskaper (se boks 2 for eksempler). Det kan blant annet være pigmenter, fyllstoffer, flammehemmere, mykgjørere eller stabilisatorer som beskytter plasten mot nedbrytning. Dessuten blir mange plastmaterialer armert med fibre av

Boks 1: Plasttyper og bruksområder

Et utvalg ulike plaster og deres bruksområder.

Navn	Bruksområde	Gruppe-tilhøringheter
Polyetylentereftalat (PET)	Drikkeemballasje, såpeflasker, klær, tepper, fyll i puter og soveposer, fotografisk film	Termoplast Polyester
Polyetylen - høy tetthet (PE-HD eller HDPE)	Flasker, kanner, bøtter, kasser, bæreposer, tanker, rør, ledningsisolasjon, leker, akebrett og miniski	Termoplast Polyester Polyolefin
Polyvinylklorid (PVC)	Rør, profiler, plastslanger og -poser (blant annet i sykehusutstyr), gulvbelegg, regntøy, leker, vinduskarmer, ledninger, lateks, LP-plater	Termoplast Vinylklorid
Polyetylen – lav tetthet (PE-LD eller LDPE)	Bæreposer, strekkfilm og krympefolie (bla. til næringsmidler og i transportsektoren), landbruksfolie	Termoplast Polyester Polyolefin
Polypropylen (PP)	Bokser, spann, lokk/kapsler, vevde storsekker til gjødsel og lignende, tepper og tauverk, bildeler, engangsbestikk og -glass, isolerende tekstiler, møbler, leker	Termoplast Polyester Polyolefin
Polystyren (PS)	Rømmebegre, plantebrett, elektriske og elektroniske produkter, leker, finnes også som EPS ekspandert skumplast (isopor) som brukes til emballasje, engangskopper og bygningsisolasjon	Termoplast
Polykarbonat (polymer av Bisfenol A)	Elektriske og elektroniske produkter, tekstiler, plastglass	Termoplast
Akrylnitril-butadien-styren (ABS)	Bildeler, leker (f.eks. Lego)	Termoplast
Polyamid (PA)	Tekstiler og tauverk (f.eks. Nylon), tannhjul, folier,	Termoplast
Akrylplast	Optisk utstyr, plastglass (f.eks Plexiglass), tekstiler	Termoplast
Melamin	Kjøkkenredskaper, interiørlaminater (f.eks. bordplater)	Herdeplast
Fenol	Husholdningsartikler, dørhåndtak, bildeler	Herdeplast

f.eks. glass, karbon eller tre. I tillegg kan det finnes rester av kjemikalier som er blitt brukt i produksjonsprosessen, for eksempel initiatorer og katalysatorer. Noen av tilsetningsstoffene kan ha alvorlige skadevirkninger på helse og miljø, eksempelvis tungmetaller, bromerte flammehemmere og hormonhermende myknere (ftalater). Når det gjelder nettopp myknere, står PVC-industrien for 80 prosent av totalforbruket. PVC-produkter kan inneholde så mye som 80 prosent myknere.

Generelt kan man si at plaster er lette, men samtidig sterke materialer. Mange plaster er brennbare, men dårlige til å lede varme og elektrisitet, hvilket gir dem gode isolasjonsegenskaper. Plast er som regel uløselig i vann og bestandig mot kjemisk og biologisk nedbrytning.

Boks 2: Tilsetningsstoffer i plast

Eksempler på ulike tilsetningsstoffer i plast. I tillegg til de eksemplifiserte kategoriene, kan plast inneholde blant annet armering, deaktivatorer, smøremidler, antistatiske midler, optiske hvitemidler, kjemiske blåsemidler, antikondensmidler, homogeniseringsmidler, skummemidler og antiskummemidler. Flere av eksemplene er i dag forbudt brukt i plastprodukter som selges i Norge (f.eks. kadmium).

Kategori av tilsetningsstoff	Eksempler
Pigment	Forbindelser av bly, kadmium, krom, nikkel, sink, kobolt, jern og titan
Fyllstoff	Glassfiber, kalsiumkarbonat, dolomitt, kaoli, kritt, tremel, cellulose
Stabilisator	Tetrametylpiperidin (HALS), tetrametylpiperazinon (HAS), carbon black, fosfater, bensofenoner, bensotriazoler, fenylsalicylat, akrylater, malonater, oxalanilid, butylert hydroxytoluen (BHT) forbindelser med bly, kadmium, tinn, kalsium, sink, barium, nikkel, fosfor og svovel
Flammehemmer	Bromerte flammehemmere, fosforforbindelser
Myknere	Adipater (adipinsyre), azelater, trimellitater, klorerte parafiner, fosfatestere, og ftalater som dietylheksylftalat (DEHP) og diisodekylftalat (DIDP)

Det er imidlertid utviklet plast som er biologisk nedbrytbar både basert på biopolymerer (altså fornybart materiale) og syntetisk råstoff (altså ikke-fornybart materiale). Les mer om nedbrytning i avsnitt 3.3.1..

2.2. Hvor finnes plast?

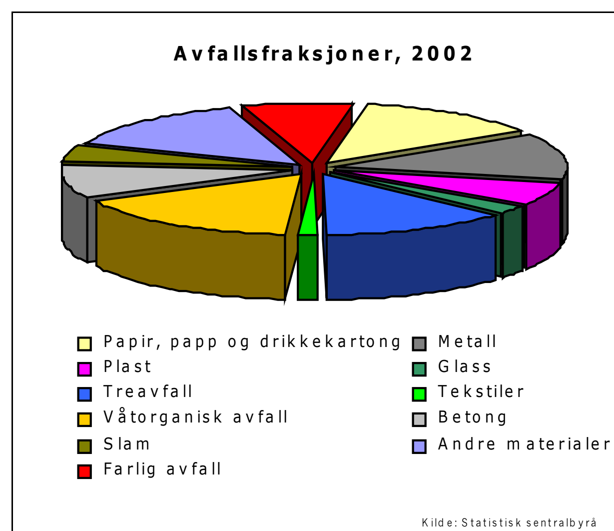
Plast er generelt lett å forme og kan ha mange ulike egenskaper. Derfor brukes plast til en rekke forskjellige formål, som emballasje, tekstiler, bygningsmateriale, bildeler og leker (se boks 1 og 3 for eksempler). Hva slags plast som passer best til hvilken bruk, bestemmes av både monomertypen(e) og tilsetningsstoffene.

Bruken av plast har steget kolossalt siden 1960-årene. Det er grunn til å tro at denne trenden vil fortsette, ettersom forbruket øker og plast stadig overtar for andre materialer, for eksempel i bilindustrien og emballasjesektoren.

3. Plast som avfall

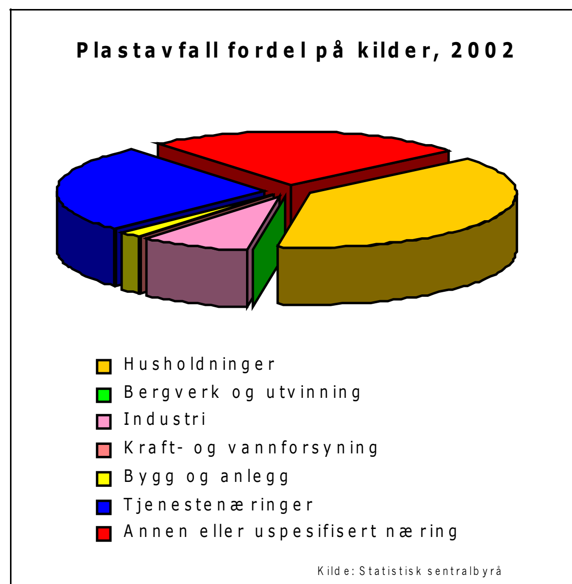
3.1. Hvor mye plastavfall?

Det siste fullstendige avfallsregnskapet fra Statistisk sentralbyrå (SSB) er fra 2002. Ifølge dette ble det i 2002 produsert over 8,1 millioner tonn avfall i Norge. Av dette var ca 6 prosent (nær 500 000 tonn) plast (se figur 1).



Figur 1. Andel ulike avfallsfraksjoner, 2002

Det utgjør en økning på mer enn 50 prosent siden 1986. Plastavfall fra husholdninger har stått for en stor del av økningen og utgjorde nær 40 prosent av den totale mengden plastavfall i 2002. Tjenestesektoren stod for minst 25 prosent og industrien for omtrent 9 prosent av plastavfallet (se figur 2).



Figur 2. Plastavfall etter kilder, 2002

Såkalt ordinær plastemballasje utgjør ca en fjerdedel av plastavfallet, og omtrent halvparten av dette kastes i husholdningene. Målt i volum, er opptil 80 prosent av husholdningsavfallet i dag plast. De senere års økning i mengden plastavfall, skyldes både økningen i bruk av plast til kortlivede produkter som emballasje, og det faktum at langlivede plastprodukter er i ferd med å bli avfall.

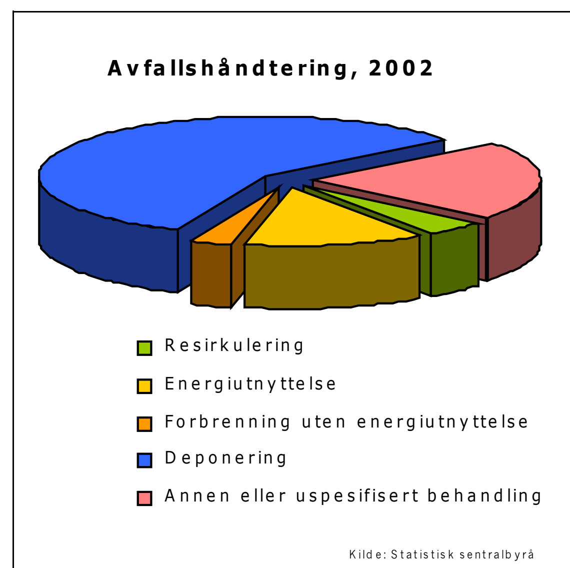
Fremdeles blir størstedelen av plastavfallet i Norge deponert. Andelen som går til resirkulering eller forbrenning med energiutnyttelse er økende, og utgjorde drøyt 17 prosent av totalmengden i 2002 (se figur 3). Mer enn halvparten av dette ble brent. Til sammenligning blir over 40 prosent av *alt* papiravfall resirkulert. I 2004 oppnådde Plastretur AS (se avsnitt 3.2) resirkulering av 24 prosent av den ordinære emballasjeplasten. Samtidig gikk 57 prosent av plastemballasjen til forbrenning med energiutnyttelse, resten ble forbrent uten energiutnyttelse eller deponert.

3.2. Hvem har ansvar for plastavfallet?

Plastavfall fra flere sektorer er i dag omfattet av såkalt *utvidet produsentansvar*. Utvidet produsentansvar vil i denne sammenhengen si at produsenten ikke bare står ansvarlig for sitt produkt under produksjon og bruk, men også får ansvar for at en viss andel av produktene samles inn og gjenvinnes. Utvidet produsentansvar kan enten være lovfestet, fastlagt i en avtale mellom bransje og myndigheter eller basert på eget initiativ fra produsenten.

Plast som inngår i kjøretøy, omfattes av kapittel 4 i Avfallsforskriften. Den forplikter produsenter til å sørge for at minst 80 prosent av de kasserte kjøretøyene årlig resirkuleres og resten opp til 85 prosent forbrennes med energiutnyttelse, innen 1. januar 2006. Innen 1. januar 2015 heves målene til hhv 85 prosent og 95 prosent.

For plast som inngår i hvitevarer, elektriske eller elektroniske produkter, gjelder også utvidet produsentansvar slik det er fastlagt i Avfallsforskriften og spesifisert i bransjeavtale.



Figur 3. Andel avfall fordelt etter type håndtering, 2002

Hvitevarebransjen, elektronikkbransjen og næringselektrobransjen er forpliktet til å sørge for at minst 80 prosent av bransjenes avfall årlig blir samlet inn.

Fordi store deler av dette avfallet defineres som farlig og derfor må behandles spesielt, er det ikke satt krav til resirkuleringsandel. Systemet administreres av returselskapene El-retur AS (tidligere Hvitevareretur AS og Elektronikkretur AS) og RENAS (returselskapet for næringselektro) og finansieres gjennom produsentenes medlemskap i disse. Returselskapet Batteriretur gjenvinner batterikasser av plast.

Boks 3: Plastforbruk etter bruksområde

Plastforbruk etter bruksområde i Europa i 2003, prosent av totalen på 39,709 millioner tonn.

Sektor	Prosent
Emballasje	37,3
Elektriske og elektroniske produkter	8,5
Øvrige husholdningsartikler	20,1
Bygg og anlegg	18,5
Bilindustri	8,0
Annen større industri	5,8
Landbruk	1,9

For emballasjeavfall, er utvidet produsentsansvar fastlagt i avtaler mellom bransjen og myndighetene. Systemet for innsamling og gjenvinning av plastemballasje finansieres gjennom vederlag, dvs. et beløp per kilo plastemballasje som produseres eller importeres og brukes. Vederlaget betales altså av de som bruker emballasjen ("pakker og fyller") eller den som importerer varer som er emballert i plast. Bedrifter som betaler vederlag er medlemmer i selskapet Materialretur som administrerer vederlaget. Materialreturs medlemmer kan benytte Grønt Punkt på emballasjen, som dokumentasjon på at vederlag er betalt.

Innsamlingen og gjenvinningen av plastemballasje organiseres av materialselskapet Emballasjeretur AS (tidligere Plastretur AS og Returkartong AS). Målene for Emballasjereturs virksomhet er at minst 30 prosent av emballasjeplasten skal resirkuleres og minst 50 prosent forbrennes med energiutnyttelse, innen 2008. Avtalen, som ble reforhandlet i 2003, omfatter nå også emballasje brukt til farlig avfall.

Avgiftsbelagt drikkevareemballasje utgjør årlig 1 200 tonn PET. Bryggeriene har ansvaret for ombruksflaskene, mens systemet for de pantbare engangsflaskene (samt bokser) administreres av Norsk Resirk AS. Returandelen for ombruksflasker og pantbare engangsflasker er for 2005 beregnet til henholdsvis 95 og 80.

I tillegg finnes det ordninger for ombruk og gjenvinning av konteinere, fat og dunker av plast.

I EU er det varslet at man i fremtiden vil se forbi de kunstige skillene mellom produkter/sektorer og i stedet sette innsamlings- og gjenvinningsmål for ulike grupper av materialer.

3.3. Hvilke miljøeffekter har plastavfall...?

Plast er knyttet til flere ulike miljøproblemer: økt drivhuseffekt, overgjødsling, forsuring, miljøgiftutslipp og forsøpling. De fleste av miljøeffektene er forbundet både med plastens produksjonsfase (jf. avsnitt 2.1.) og avfallsbehandlingen. Miljøeffektene som følge av avfallbehandlingen avhenger av plasttypen og hvor plasten havner. Det er stor forskjell på miljøpåvirkningene som følger av at plasten ender i naturen, på et deponi, i et forbrenningsanlegg eller i et anlegg for resirkulering.

3.3.1. ...ved forsøpling?

Forsøpling innebærer at avfallet ikke samles inn, men havner i miljøet, der det blir utsatt for mekanisk slitasje (f.eks. av vann) og nedbrytning. Plast kan bli brutt ned på flere ulike måter: av lys (UV-stråling), varme, ulike kjemiske stoffer og noen ganger av mikroorganismer. Hvor lang tid det tar, avhenger av plasttypen og de fysisk-kjemiske forholdene der plasten havner (som fuktighet, temperatur, lys og lufttilgang).

En plastpose av polyetylen som blir liggende i lys og luft vil begynne å smuldre opp i løpet av et år og være helt borte etter ca 5 år. Ligger den derimot mørkt og uten særlig lufttilgang, kan nedbrytningen ta mange ganger så lang tid. Tekstiler av nylon trenger trolig 30-40 år før de er borte, mens brusflasker kan vare mer enn 400 år, hvis de får ligge i fred et mørkt sted. Til sammenligning brytes melkekartonger (papp med plastbelegg) ned i løpet av 5 år, mens papir, appelsinskall eller tau av naturfiber forsvinner på under ett år. En bionedbrytbar plast (jf avsnitt 2.1.), vil brytes ned innen et halvt år, under forhold som tilsvarer kompostering.

Dersom nedbrytningen er kjemisk eller biologisk, innebærer det utslipp av klimagass, enten CO_2 eller metan (CH_4). Begge vil regnes som bidrag til økt drivhuseffekt (med unntak for CO_2 fra plantebasert plast). Statistisk sentralbyrå regner imidlertid ikke lenger plast som nedbrytbart under oksygenfattige (anarobe) forhold.

I tillegg til å være visuelt skjemmende en lang periode, kan plastavfall i naturen medføre skade på dyr. Mange dyr klarer ikke å skille mellom spiselige ting og søppel. Vi vet at fisker, fugler, krypdyr og pattedyr kan derfor få i seg så mye plast at de blir syke eller dør av det. Samtidig kan bokser, flasker, fiskesener og poser av plast fungere som feller. Ettersom organismer brytes ned relativt raskt, kan samme plastgjenstand ta livet av mange dyr.

Dersom plasten brytes ned hovedsakelig ved å smuldre opp (dvs. deles opp i mindre biter), kan også små organismer (mikro-, meso- og makrofauna – se appendiks) få plasten i seg. En undersøkelse fra England har nylig vist at mikroskopiske plastbiter nå er vanlig i kystområder, og at disse blir spist av små, marine dyr som rur. Det innebærer at plastbitene kan havne i fisk og annen sjømat. De engelske forskerne skal nå forsøke å kartlegge de økologiske konsekvensene av dette. Foreløpig vet man ikke om plasten skader dyrene som spiser den, men det kan ikke utelukkes. Kanskje tar dyrene tar skade av kjemikalier som er festet til eller lekker ut av plasten.

3.3.2. …ved deponering?

Ved deponering legges plastavfallet på en søppelfylling. Miljøproblemene knyttet til deponering av plast, er i hovedsak de samme som ved forsøpling. Deponering innebærer at mer plast samles på ett sted, hvilket øker risikoen for lokal påvirkning/skade, dersom avfallet ikke samles og behandles under kontrollerte former. Ved godkjente deponi har man imidlertid bedre kontroll på miljøskadelige utslipp og direkte effekter på dyr. Hvor store de miljøskadelige utslippene er, vil avhenge av hvilke kjemiske prosesser som foregår på deponiet, samt hvor god kontroll man har på gassutslipp og på vannet som siger gjennom og ut av avfallet. Gamle deponier mangler ofte system for oppsamling og rensing av sigevann og deponigass. Dessuten er det ikke sikkert man har kontroll på utslippene, selv med god oppsamling. Ingen har oversikt over hvilke stoffer som tilføres et avfallsdeponi, eller hvilke stoffer som dannes når avfallet blandes sammen, gjennomstrømmes av vann og brytes ned. Dermed er det ikke sikkert at rensingen av sigevannet er tilstrekkelig målrettet.

Deponering innebærer for øvrig at plastavfallet ikke utnyttes, verken som energikilde eller råstoff til nye produkter.

3.3.3. …ved forbrenning?

Ved forbrenning reagerer oksygen med hydrokarbonene i plasten, og det dannes primært vann og CO_2. Forbrenningsprosessen innebærer med andre ord at materialet går tapt, men frigjør samtidig energi som kan utnyttes til oppvarming og/eller strømproduksjon. Plast har høy brennverdi – ofte regner man med at den er like høy som for oljen som det meste av plasten er laget av, men den kan også være noe lavere. Graden av energiutnyttelse ved norske forbrenningsanlegg er gjennomsnittlig ca 75 prosent. Det betyr at tre fjerdedeler av den produserte energimengden (ut av kjelsystemet), utnyttes internt (til

oppvarming) og eksternt (til direkte oppvarming, fjernvarme og/eller strømproduksjon). Resten forsvinner ut av anlegget med røykgassen. Energiutnyttelsesgraden sier imidlertid ingenting om anleggets virkningsgrad, altså hvor godt et anlegg utnytter energien i brenselet. Det totale energiutbyttet, i forhold til energiinnholdet i avfallet, vil være produktet av virkningsgrad og energiutnyttelsesgrad.

Plasten som brennes er, som nevnt, hovedsaklig oljebasert, og det innebærer at CO_2-utslippene ved forbrenning bidrar til økt drivhuseffekt. I tillegg, vil forbrenning av plast som regel gi utslipp av miljøgifter og annen forurensning. Det kan skyldes bestanddeler i plasten som forbrenningsprosessen ikke bryter ned, for eksempel tungmetaller. Det dreier seg også om miljøgifter og annen forurensning som dannes under selve forbrenningen, for eksempel polyaromatiske hydrokarboner (PAH), svoveldioksid (SO_2), nitrogenoksider (NO_x) og, når klor fra f.eks. PVC er tilstede, dioksiner og saltsyre (HCl).

Forbrenning av plast kan samtidig ha den motsatte effekten, nemlig at den bryter ned mange av tilsetningsstoffene som kan være skadelige, eks ftalater, bromerte flammehemmere, klorparafiner og tinnorganiske forbindelser. Forbrenning kan derfor i visse tilfeller være nødvendig for å destruere slike stoffer i plasten.

Skadelige stoffer som ikke brytes ned eller som dannes under forbrenningen, slippes enten ut til luft og vann, fjernes ved røykgassrensing eller blir igjen i forbrenningsrestene (aske og slagg). Mengden utslipp avhenger av hva som brennes, hvordan det brennes (oksygentilgang, temperatur m.m.) og hvor godt røykgassen renses. Utslippsgrensene for europeiske forbrenningsanlegg er fastlagt i Avfallsforskriften. Kravene til nye forbrenningsanlegg ble skjerpet med virkning fra årsskiftet 2003, mens eksisterende anlegg først må ha oppfylt de nye, strengere kravene innen utgangen av 2005. Det som renses ut av røykgassen og forbrenningsrester med høyt innhold av miljøgifter klassifiseres som farlig avfall og behandles spesielt.

3.3.4. ...ved resirkulering?

Resirkulering (også kalt "materialgjenvinning") innebærer at avfall, i dette tilfellet returplast, brukes som råvare. For å oppnå det, må plasten gjennomgå en større eller mindre grad av omdanning. Termoplastene bør i utgangspunktet være egnet for resirkulering, mens herdeplastene som regel ikke vil kunne brukes på nytt i plastproduksjon.

Resirkulering av plast kan foregå på mange måter. Ofte grupperes de etter om prosessen regnes som mekanisk (dvs. fysisk) eller kjemisk. Ved mekanisk resirkulering, blir returplasten sortert (manuelt og/eller automatisk), vasket og oppmalt, før den smeltes og deretter deles opp i korn (kalt *regranulat*). Regranulatet kan så igjen smeltes om til nye plastprodukter. Svinnet ved mekanisk resirkulering er på gjennomsnittlig 20 prosent etter sortering. Plaster som ofte resirkuleres ved hjelp av en mekanisk prosess er PET, PE(LD/HD) og EPS.



Ved kjemisk resirkulering, brytes plasten ned til mindre enheter enn ved mekanisk resirkulering. I noen prosesser skilles bare polymermolekylene fra hverandre, mens i andre blir også polymerene brutt ned. Resultatet av denne spaltingen kan være monomerer, mellomformer av monomerer og polymerer (oligomerer) eller andre, enkle forbindelser som kan brukes som råstoff i ny produksjon . Nylon, PET og polyuretan resirkuleres effektivt ved hjelp av monomer-

gjenvinning, mens blandinger av flere polyolefiner (se boks 1) kan brytes ned og omdannes til metanol.

Om en gitt plast eller plastblanding er egnet for resirkulering, dvs om den er *resirkulerbar*, avhenger av hvilken metode for resirkulering man vurderer å bruke. Plast eller plastblandinger som ikke er egnet for mekanisk resirkulering, kan gjerne være egnet for kjemisk resirkulering. Generelt kan man si at jo dårligere sorteringen mellom de ulike polymertypene er, desto mer må plasten brytes ned i resirkuleringsprosessen.

Ved mekanisk resirkulering er det som regel viktig at returplasten er ensartet, for å oppnå en effektiv resirkulering med høy kvalitet på regranulatet. Særlig gjelder det at man vil inngå innblanding av PVC i de andre plasttypene (se nedenfor). Høy kvalitet på regranulatet er igjen viktig for få utløst plastens potensial for en rekke omganger i materialkretsløpet. Ifølge Norsk Industri (tidligere Prosessindustriens landsforening og Teknologibedriftenes Landsforening), kan mange termoplaster resirkuleres mekanisk i hvert fall seks ganger, før kvaliteten på materialet blir redusert. Potensialet for mange runder i kretsløpet er nok enda mye høyere for sluttproduktene etter kjemisk resirkulering. Til gjengjeld er denne formen for gjenvinning mer energikrevende.

Problematiske bestanddeler eller tilsetningsstoffer i plasten, kan stikke kjepper i hjulene for resirkuleringen. Det kan f.eks. være klor fra PVC, bromerte flammehemmere eller tilsetningsstoffer som skal gjøre plasten nedbrytbar. Under resirkuleringsprosessen, kan miljøskadelige stoffer bli vasket eller skilt ut av plasten. Disse kan så slippe ut i omgivelsene, hvis det ikke finnes effektiv oppsamling og rensing. Eventuelle utslipp vil avhenge av plasttype og resirkuleringsmåte. Undersøkelser av vaskevann fra anlegg for mekanisk resirkulering av PE-LD, viste ubetydelige utslipp av miljøskadelige stoffer. Dersom stoffene er bundet til plasten, kan de ende opp i regranulatet. Det bidrar til å senke kvaliteten og kan gjøre produktene av den resirkulerte plasten uegnet for enkelte bruksområder. Ettersom en stor del av plastavfallet inneholder ulike problematiske stoffer, er det imidlertid utviklet metoder for å mekanisk resirkulere termoplast med tilsetningsstoffer og kombinasjoner av polymerer. Slik resirkulering krever trolig mer energi, men til gjengjeld dreier det seg i mange tilfeller om plast som det i utgangspunktet er svært energikrevende å produsere, som polykarbonat.

Den viktigste miljøeffekten av resirkulering av plast, er den som fremkommer når resirkulert materiale erstatter jomfruelig materiale. Jomfruelig materiale vil si materiale som ikke har vært i bruk i noe produkt tidligere. For hver kilo returplast som erstatter plast av jomfruelig materiale, spares råvare og energi tilsvarende 2 kilo olje (se avsnitt 2.1). I tillegg reduseres altså utslipp av klimagasser og miljøgifter, samt forsuringen og overgjødslingen av miljøet. Energiforbruket forbundet med resirkuleringen av returplasten er da tatt med i beregningen. Hovedårsaken til miljøgevinsten er at prosessene for uttak og bearbeiding av olje eller gass til råvare for produksjon av plastprodukter, er svært energikrevende og forurensende (se avsnitt 2.1).

Transport av returplast reduserer miljøgevinsten ved resirkulering med opptil 30 prosent. Det er en utbredt myte at dette mer enn oppveier energigevinsten ved resirkuleringen. Energiforbruket ved transport returplast er imidlertid i størrelsesorden under 7 prosent av energiforbruket ved produksjon av jomfruelig råvare. Jo mer energi og andre ressurser som går med til å lage en bestemt plast, desto mer kan man spare på å resirkulere den.

3.4. Hvordan bør plastavfall behandles*?

Når behandlingsalternativer for avfall vurderes mot hverandre, benyttes enten livsløpsanalyser eller samfunnsøkonomiske analyser. Livsløpsanalysene forsøker å identifisere og dokumentere miljøbelastninger

* Forsøpling vil her ikke bli betraktet som et behandlingsalternativ for plastavfall.

gjennom hele livsløpet til et produkt (avfallsfasen inkludert), som regel netto forbruket av primærenergi, utslipp av klimagass og gasser som medfører forsuring og overgjødsling (SO_2, NO_x). De samfunnsøkonomiske analysene prøver på sin side å måle og veie alle gevinster og kostnader ved et tiltak (f.eks. et behandlingsalternativ for plastavfall), miljøgiftbelastning inkludert. Samfunnsøkonomisk analyse forutsetter med andre ord at miljøkvaliteter verdsettes i form av økonomiske enheter, og slik verdsetting er naturlig nok forbundet med stor usikkerhet. Både livsløps- og samfunnsøkonomiske analyser er følsomme for endringer i forutsetningene som ligger til grunn for dem. Som grunnlag for overordnede, prinsipielle vurderinger vil som regel livsløpsanalyser være best egnet, mens samfunnsøkonomisk analyse er et nyttig, og trolig nødvendig supplement, når konkrete tiltak i spesifikke tilfeller skal sammenlignes.

En rekke livsløpsanalyser viser at ressurs- og miljøregnskapet for resirkulering, både mekanisk og kjemisk, er bedre enn for deponering og forbrenning med energiutnyttelse. Mekanisk resirkulering er det alternativet som gir best resultat, og monomergjenvinning kommer best blant ulike former for kjemisk resirkulering. Dette støtter det avfallshierarkiet som ligger til grunn for europeisk avfallspolitikk, som forsvares av miljøvernbevegelsen og som norske myndigheter gjentatte ganger har gått inn for (se appendiks).



Avfallshierarkiet er altså prioriteringsrekkefølgen for behandlingsalternativene, basert på livsløpsanalyser. Spesielt store forskjeller er det mellom mekanisk resirkulering og forbrenning når det gjelder energi og klimagassutslipp. Analyser utført av Stiftelsen Østfoldforskning viser at mekanisk resirkulering av plast kan spare 3 ganger mer energi enn man får ut ved å brenne den samme plasten i et vanlig, norsk forbrenningsanlegg. Det vil si, når 75 prosent av den utnyttede energien fra forbrenning av plast erstatter fossil olje.

På oppdrag fra det europeiske miljøbyrået (EEB), har det tyske Øko-instituttet funnet ut at forbrenning gir størst miljønytte i noen ytterst få tilfeller. Det er under forutsetning av at energiutnyttelsen er svært høy (i industrielle anlegg der plasten brukes som brensel) og forbrenningsvarmen erstatter kull som brensel. Her er det imidlertid viktig å være klar over at 1) erstatning med andre, fornybare energikilder kan gi enda større miljønytte, 2) at plast som resirkuleres mekanisk ikke kan brukes på nytt i det uendelige. Med andre ord er det ingen grunn til å bruke *resirkulerbar* plast som brenselerstatning i slike tilfeller.

Følgende beregninger av Miljökompassan AB illustrerer miljøgevinsten ved resirkulering av plast:

- Om 25 prosent av plasten i billedskjermene som selges i Sverige byttes ut med resirkulert plast, innebærer det en energibesparelse på 5 300 m^3 fyringsolje og et redusert CO_2-utslipp tilsvarende 2 300 bensindrevne biler per år.

- Hvis hver svensk husholdning kildesorterte 2 tannkremtuber og 2 sjampoflasker mer per år, skulle energigevinsten ved resirkulering av disse rekke til å varme opp 300 småhus.

- Sammenlignet med resirkulering, medfører produksjon av PE-HD fra jomfruelig materiale 7 ganger så høyt energiforbruk, 3 ganger så høyt utslipp av CO_2, 4 ganger så høyt

utslipp av forsurende forbindelser, 13 ganger så høye utslipp av flyktige organiske forbindelser (VOC) og CH_4 og 10 ganger så store mengder avfall.

- Med 100 kilo oljeprodukter kan man varme opp en 4-roms leilighet i en uke, eller kjøre bil tur/retur Oslo-Trondheim. Til sammenligning vil 100 kg oljeprodukter gi råstoff til 3 500 bæreposer av polyetylen, 8 000 yoghurtbegre av polystyren eller 13 000 engangssprøyter av polypropylen.

Forutsetningene for at resirkulering skal gi størst miljønytte, er at returplasten erstatter jomfruelig, oljebasert materiale, og ikke overtar for andre, fornybare materialer som tre eller ull. Videre er naturlig nok miljøgevinsten størst, når innsamlings- og resirkuleringsprosessen ikke forringer kvaliteten på plasten og materialsvinnet er lite. Jo mer plast som resirkuleres og jo flere ganger en gitt monomer sirkulerer i kretsløpet, desto større blir den samlede, positive miljøeffekten. Det er viktig å merke seg at livsløpsanalyser normalt kun tar med effekten av at returplasten går én runde til i kretsløpet, før den så havner på deponi eller til forbrenning, mens potensialet altså er langt større (se 3.3.4.).

Til tross for de tydelige resultatene fra livssyklusanalysene, viser samfunnsøkonomiske analyser ofte at resirkuleringsalternativet likevel ikke lønner seg. Årsaken er at innsamlings-, sorterings- og informasjonskostnadene regnes som høye. I disse analysene er det imidlertid ikke tatt høyde for det store potensialet som finnes for å redusere disse kostnadene. Resultatene har med andre ord ikke gyldighet særlig langt frem i tid. Det samme gjelder for øvrig også for livsløpsanalyser, hvis gyldighet regnes å være på opptil 3 år. I begge tilfeller, er det forventet av teknologsk utvikling vil være til fordel for resirkulering som behandlingsalternativ.

4. Hvordan forbedre utnyttelsen av plasten?

Forskere har regnet ut at vår ressursbruk må effektiviseres med en faktor på 10, dersom den skal være bærekraftig i 2050. Beregningen er basert på anslag om at jordens befolkning nesten vil dobles fram til 2050, at det generelle velstandsnivået i denne perioden vil øke 2,5 ganger, samt at det er behov for å halvere miljøpåvirkningen i forhold til dagens nivå, for eksempel av miljøgifter og klimagasser. Den nødvendige effektiviseringen av vår ressursbruk vil innebære både lavere forbruk av materialer og energi i produksjonsprosesser og utnyttelse av ressursene som avfallet representerer. Skal vi oppnå den bærekraftige utviklingen som så vel Norge som EU har definert som mål, må vårt fremtidige materialbruk være basert på kretsløpstenking, både hos produsenter, forbrukere og myndigheter.

4.1. Hva kan produsenter gjøre?

Fremtidens plastprodukter er de som er designet med tanke på at plasten skal gå en rekke ganger i kretsløp. Mye kan gjøres for å forbedre produktdesign, sammenlignet med mange av dagens produkter:

- øke produktenes levetid (f.eks. for elektroniske produkter)
- unngå blanding av materialer som ikke lett lar seg skille
- unngå unødvendig materialbruk (f.eks. ved emballering)
- begrense bruken av tilsetningsstoffer
- erstatte jomfruelig plast med resirkulert materiale
- merke plasten tydelig, slik at den blir lett å sortere, for på den måten å muliggjøre større grad av resirkulering
- erstatte oljebasert plast med plantebasert (men ikke nødvendigvis nedbrytbar) plast, forutsatt at den er

energieffektivt produsert fra rester etter annen jordbruksproduksjon og ikke medfører problemer for plastgjenvinningen

Emballasjeprodusenter er gjennom avtalene med myndighetene forpliktet til å optimere emballasjen i forhold til miljøbelastningen i emballasjekjeden. Forbedret produktdesign i henhold til punktene over, innebærer oppfølging av denne forpliktelsen.

4.2. Hva kan forbrukere gjøre?

- Etterspørre og delta i innsamlingsordninger for plast hjemme og på arbeidsplassen

- Etterspørre produkter med god produktdesign (se over)

4.3 Hva kan myndighetene gjøre?

Norske myndigheter kan i større grad enn i dag legge til rette for at plast og plastavfall utnyttes mer miljøvennlig og ressurseffektivt. Lokale og sentrale myndigheter bør iverksette tiltak som sørger for at mest mulig plast lar seg resirkulere og at mest mulig av den resirkulerbare plasten faktisk blir resirkulert:

- Følge opp kravet i bransjeavtalene til emballasjeoptimering, for eksempel ved å stille større krav til produktdesign ved offentlige innkjøp. Dette vil være i tråd med forskrift om offentlige anskaffelser, hvor det i § 5-1. *Krav til konkurransegrunnlaget* står "Ved utformingen av kravene skal det legges vekt på livssykluskostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen"

- I samarbeid med bransjen, utarbeide en liste over plaststoffer og deres tilsetningsstoffer, prioritert etter miljøvennlighet og resirkulerbarhet

- Innføre forbud mot enkelte produkter eller materialer som ikke er resirkulerbare og som kan erstattes av andre materialer

- Endre produktstandarder som krever bruk av kun jomfruelig materiale, med mindre det er helt nødvendig for hensynet til produktkvalitet, helse eller miljø

- Innføre ordninger for innsamling av kildesortert plast (i første omgang emballasje) fra husholdninger og næringer i alle landets kommuner

- Sette høye mål for resirkulering når bransjeavtalen for plastemballasje skal reforhandles

- Med utgangpunkt i et materialstrømsperspektiv, inngå avtaler eller innføre regelverk som gjør at prinsippet om utvidet produsentansvar dekker så mange produktgrupper som mulig

5. Oppsummering

Plast er et syntetisk materiale, hvis produksjon i hovedsak er basert på ikke-fornybare ressurser, det vil si fossil olje og gass. Forbrenning av plast medfører derfor utslipp av klimagassen CO_2, i tillegg til en rekke andre miljøskadelige stoffer, som SO_2, NO_x. Det samme gjelder det energikrevende uttaket og bearbeidingen av råstoffet. Resirkulering av plast reduserer forbruket av olje og gass, og dermed de miljøbelastningene det medfører. Derfor bør plasten resirkuleres så langt det er mulig. En rekke livsløpsanalyser viser at det gir størst miljøeffekt, både med hensyn til klimagassutslipp, energiforbruk, forsuring og overgjødsling. Bare når plasten ikke er egnet for noen form for resirkulering, kan den brukes som energikilde, og da bare dersom den erstatter andre fossile energikilder med større miljøskade. Økt resirkulering av plast vil være et bidrag til en nødvendig effektiviseringen av vår ressursbruk og begrensing av utslipp som skader menneskers helse og miljøet. For å oppnå dette, trengs innsats fra både produsenter, forbrukere og myndigheter.

6. Referanser

1. Innledning
Jordens tilstand 2004, World Watch institute
(http://www.worldwatch.org/pubs/sow/2004/, 09.12.05)

Towards a Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources, EU Communication, 2003
(http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003_0572en01.pdf, 09.12.05)

Living Planet Report 2004, WWF
(http://www.wwf.no/core/200410/21.asp & http://www.panda.org/downloads/general/lpr2004.pdf, 09.12.05)

Vital Signs 2003, World Watch institute
(http://www.worldwatch.org/pubs/vs/200, 09.12.05)

2.1. Hva er plast?
The American plastics council
(http://www.plastics.org/s_plastics/index.asp, 09.12.05)

Organic Chemistry, Seyhan Ege, D.C. Heath and Company, 1989

Caplex nettleksikon
(hhtp://www.caplex.net, 09.12.05)

Making packaging greener – biodegradable plastics, Australian Academy of Science
(http://www.science.org.au/nova/061/061key.htm, 09.12.05)

Internationnalt Affaldsnytt nr 1, 2005
(http://www.affaldsinfo.dk, 09.12.05)

The National Non-Food Crops Centre, Storbritannia
(http://www.nnfcc.co.uk/products/carbohy/p.cfm , 09.12.05)

Plastics, faktaark fra Friends of the Earth Storbritannia
(http://www.foe.co.uk/resource/factsheets/plastics.pdf, 09.12.05)

How Green are Green Plastics?, Scientific American August 2000
(http://www.mindfully.org/Plastic/Biodegrade/Green-PlasticsAug00.htm, 09.12.05)

Association of Plastics Manufacturers (PlasticsEurope)
(http://www.plasticseurope.org, 09.12.05)

Plastens mangfoldige verden, Plastindustriforbundet, 1990

Towards a Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources, EU Communication, 2003
(http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003_0572en01.pdf, 09.12.05)

Assessment of Plastic Recovery Options, Öko-Institut -e.V. for European Environmental Bureau (EEB)
(http://www.eeb.org/publication/2000/EEB-Plastic-final_07.PDF, 09.12.05)

G*jenvinning av plast i Drammensregionen*, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 1999
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.17.1999.pdf, 09.12.05)

Vital Signs 2003, World Watch institute
(http://www.worldwatch.org/pubs/vs/200, 09.12.05)

Beyond the ivory tower: The Scientific Consensus on Climate Change, Naomi Oreskes, Science, Vol 306, Issue 5702, 1686 , 3 December 2004
(http://www.sciencemag.org/cgi/content/summary/306/5702/1686?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&searchid=1102068895877_2498&stored_search=&FIRSTINDEX=0, 09.12.05)

Cicero, senter for klimaforskning
(http://www.cicero.uio.no/abc/klimaendringer.html, 09.12.05)

Avfall - avskaffelsen av kastesystemet, Bellona Rapport 5:2002
(http://www.bellona.no/no/industri_og_avfall/avfall/22651.html, 09.12.05)

Miljøstatus i Norge, tema Avfall
(http://www.miljostatus.no/avfall, 09.12.05)

Faktaark om PVC, Bellona
(http://www.bellona.no/no/harde_miljoefakta/kjemiske_forbindelser/12809.html, 09.12.05)

Friendly Packaging-prosjektet ved universistet i York, Storbritannia
(http://www.friendlypackaging.org.uk/novel.htm, 09.12.05)

Referat fra konferansen "Sustainable Plastics: Biodegradability versus Recycling" i Manchester, UK, 8.-9. mars 2005, av Line Telje Høydal, SINTEF Materialer og kjemi

Hydro Polymers ordliste
(http://www.hydropolymers.com/no/media_room/glossary/, 09.12.05)

2.2. Hvor finnes plast?

Association of Plastics Manufacturers (PlasticsEurope)
(http://www.plasticseurope.org, 09.12.05)

Årsrapport fra Plastretur AS, 2002
(http://www.plastretur.no/arsrapport2002.pdf, 09.12.05)

3.1. Hvor mye plastavfall?

Statistisk sentralbyrås avfallsregnskap
(http://www.ssb.no/avfall, 09.12.05)

Avfall - avskaffelsen av kastesystemet, Bellona Rapport 5:2002
(http://www.bellona.no/no/industri_og_avfall/avfall/22651.html, 09.12.05)

Miljøstatus i Norge, tema Avfall
(http://www.miljostatus.no/avfall, 09.12.05)

Pers.kom. Eirik Oland, informasjonssjef i tidligere Plastretur
(http://www.plastretur.no/, 09.12.05)

Assessment of Plastic Recovery Options, Öko-Institut -e.V. for European Environmental Bureau (EEB)
(http://www.eeb.org/publication/2000/EEB-Plastic-final_07.PDF, 09.12.05)

3.2. Hvem har ansvaret for plasten?

Avfallsforebygging, NOU 2002: 19
(http://odin.dep.no/md/norsk/dok/andre_dok/utredninger/nou/022001-020007/dok-bn.html, 09.12.05)

Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)
(http://www.lovdata.no/for/sf/md/md-20040601-0930.html, 09.12.05)

El-retur
(http://www.el-retur.no, 09.12.05)

Renas
(http://www.renas.no, 09.12.05)

Årsrapport fra Plastretur AS, 2003
(http://www.plastretur.no/arsapport-2003.pdf, 09.12.05)

Avtaler mellom emballasjebransjen og Miljøverndepartementet
(http://www.sft.no/nyheter/dbafile9193.html, 09.12.05)

Årsrapport fra Plastretur AS, 2002
(http://www.plastretur.no/arsrapport2002.pdf, 09.12.05)

Norsk Resirk
(http://www.resirk.no, 09.12.05)

SFTs beregninger for returandeler i retursystemet for drikkevareemballasje
(http://www.sft.no/nyheter/dbafile11465.html, 09.12.05)

Towards a Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources, EU Communication, 2003
(http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003_0572en01.pdf, 09.12.05)

3.3. Hvilke miljøeffekter har plastavfall?

G*jenvinning av plast i Drammensregionen*, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 1999
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.17.1999.pdf, 09.12.05)

3.3.1... ved forsøpling?

Rammevilkår for energigjenvinning av plastavfall, Statistisk sentralbyrå, Økonomiske analyser 3/99
(http://www.ssb.no/emner/08/05/10/oa/9903/lindholt.pdf, 09.12.05)

Pers. kom, dr. Harry Øysæd, Borealis AS, Norge
(http://www.borealisgroup.com/public/, 09.12.05)

UBC Waste Management Program
(http://www.recycle.ubc.ca/litter.htm, 09.12.05)

Trashbash, The Prince Edward Round Table on Environment and Economy (PERTEE)
(http://www.trashbash.ca/WhatsNew.htm, 09.12.05)

Making packaging greener – biodegradable plastics, Australian Academy of Science
(http://www.science.org.au/nova/061/061key.htm, 09.12.05)

Norges regnskap for klimagasser, SFT/SSB 2005
(http://www.sft.no/nyheter/dbafile13308.html, 09.12.05)

Save the North Sea
(http://www.savethenorthsea.com/sa/node.asp?node=1419, Download facts about marine litter, 09.12.05)

Lost at Sea: Where Is All the Plastic? Richard C. Thompson, et al., Science 7. mai 2004, s 304-838
(http://www.sciencemag.org/content/vol304/issue5672/index.dtl, 09.12.05)

Plastic particles surf polluted waves, Nature News, 7. mai 2004
(http://www.nature.com/news/2004/040503/pf/040503-8_pf.html, 09.12.05)

3.3.2....ved deponering?

Avfall - avskaffelsen av kastesystemet, Bellona Rapport 5:2002
(http://www.bellona.no/no/industri_og_avfall/avfall/22651.html, 09.12.05)

Miljø- og samfunnsøkonomisk vurdering av håndtering av plastemballasjeavfall fra husholdninger i Hamar- og Drammensregionen, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 2001
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.24.2001.pdf, 09.12.05)

3.3.3.... ved forbrenning?

Organic Chemistry, Seyhan Ege, D.C. Heath and Company, 1989

Rammevilkår for energigjenvinning av plastavfall, Statistisk sentralbyrå, Økonomiske analyser 3/99
(http://www.ssb.no/emner/08/05/10/oa/9903/lindholt.pdf, 09.12.05)

Samfunnsøkonomisk vurdering av plastemballasjeinnsamling, Interconsult ASA for Oslo kommune renovasjonsetaten, 2001

Sammenligning av kjemisk gjenvinning og alternative behandlingsmåter for husholdningsplast, Versjon II, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 2003
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.12.2003.pdf, 09.12.05)

Energiutnyttelse fra avfall i Norge, Kjelforeningen Norsk Energi for Prosessindustriens landsforening, 2001
(http://www.pil.no/NR/rdonlyres/B80F235B-0803-417C-9275-1C46EAADE6EE/481/23849energiutnyttelsefraavfall.doc, 09.12.05)

G*jenvinning av plast i Drammensregionen*, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 1999
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.17.1999.pdf, 09.12.05)

Miljøstatus i Norge, tema Avfall
(http://www.miljostatus.no/avfall, 09.12.05)

Målinger ved forbrenning av bromholdig avfall, Kjelforeningen Norsk Energi for Nordisk Ministerråd, Statens forurensningstilsyn, Elektronikkretur, Hvitevareretur AS, Renas AS, Stena Miljø AS, Norsk Renholdsverksforening, 2004
(http://www.sft.no/nyheter/dokumenter/bromholdigavfall_forbrenning.pdf, 09.12.05)

Avfall - avskaffelsen av kastesystemet, Bellona Rapport 5:2002
(http://www.bellona.no/no/industri_og_avfall/avfall/22651.html, 09.12.05)

Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)
(http://www.lovdata.no/for/sf/md/md-20040601-0930.html, 09.12.05)

3.3.4....ved resirkulering?
Avfall - avskaffelsen av kastesystemet, Bellona Rapport 5:2002
(http://www.bellona.no/no/industri_og_avfall/avfall/22651.html, 09.12.05)

Årsrapport fra Plastretur AS, 2002
(http://www.plastretur.no/arsrapport2002.pdf, 09.12.05)

Pers. kom. Hanne L Raadal, Stiftelsen Østfoldforskning (STØ), med henvisning til materialdatabaser hos STØ
(http://www.sto.no/, 09.12.05)

The American plastics council
(http://www.plastics.org/s_plastics/index.asp, 09.12.05)

Sammenligning av kjemisk gjenvinning og alternative behandlingsmåter for husholdningsplast, Versjon II, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 2003
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.12.2003.pdf, 09.12.05)

Plastens mangfoldige verden, Plastindustriforbundet, 1990

Återvinning av plast - en översiktlig analys, CIT Ekologik AB for Återvinningsindustrierna, 2004
(http://www.recycling.se/main/main.asp?objectID=822, 09.12.05)

Fra Lano og Zalo til ren arbeidsglede, Prosessindustriens landsforening, 2003
(http://www.pil.no/Innsikt/Fra+Lano+og+Zalo+til+ren+arbeidsglede.htm, 09.12.05, 09.12.05)

G*jenvinning av plast i Drammensregionen*, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 1999
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.17.1999.pdf, 09.12.05)

Plastics Recycling - Plastics Waste Arisings and Recycling Rates, Environmental Resources Management for the Department of Trade and Industry, 2002
(http://www.set4women.gov.uk/sustainability/downloads/plastics.pdf, 09.12.05)

CreaCycle GmbH - Electro waste
(http://www.creacycle.de/electo_waste.html, 09.12.05)

Miljöfördelar med återvunnet material som råvara, Håkan Nordin Miljökompassen AB for Återvinningsindustrierna, 2002 (http://www.recycling.se/main/main.asp?objectID=557, 09.12.05)

Towards a Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources, EU Communication, 2003
(http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003_0572en01.pdf, 09.12.05)

Assessment of Plastic Recovery Options, Öko-Institut -e.V. for European Environmental Bureau (EEB)
(http://www.eeb.org/publication/2000/EEB-Plastic-final_07.PDF, 09.12.05)

3.4. Hvordan bør plastavfall behandles?
Sammenligning mellom livsløpsanalyse og nyttekostnadsanalyse, Stiftelsen Østfoldforskning, i samarbeid med Econ, for Norges Forskningsråd, 2003
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/AR.13.2003.pdf, 09.12.05)

Choices without Prices without Apologies, Vatn, A. & Bromley, D.W., 1994, Journal of Environmental Economics and Management, nr. 26, s.129-148.

Kretsløpssamfunnet- er det mulig i Norge?, kronikk i aftenposten 17/08/00, av Kjetil Røineved, stipendiat ved NTNUs Program for industriell økologi
(http://www.aftenposten.no/meninger/kronikker/article174861.ece, 09.12.05)

Assessment of Plastic Recovery Options, Öko-Institut -e.V. for European Environmental Bureau (EEB)
(http://www.eeb.org/publication/2000/EEB-Plastic-final_07.PDF, 09.12.05)

G*jenvinning av plast i Drammensregionen*, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 1999
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.17.1999.pdf, 08.07.05)

Miljø- og samfunnsøkonomisk vurdering av håndtering av plastemballasjeavfall fra husholdninger i Hamar- og Drammensregionen, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 2001
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.24.2001.pdf, 09.12.05)

Sammenligning av kjemisk gjenvinning og alternative behandlingsmåter for husholdningsplast, Versjon II, Stiftelsen Østfoldforskning for Plastretur AS, 2003
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.12.2003.pdf, 09.12.05)

Återvinning av plast - en översiktlig analys, CIT Ekologik AB for Återvinningsindustrierna, 2004
(http://www.recycling.se/main/main.asp?objectID=822, 09.12.05)

Miljöfördelar med återvunnet material som råvara, Håkan Nordin Miljökompassen AB for Återvinningsindustrierna, 2002
(http://www.recycling.se/main/main.asp?objectID=557, 09.12.05)

How shall energy in waste be utilised – a system study of incineration, material recycling, anaerobic digestion and composting, Jan-Olov Sundqvist, IVL Swedish Environmental Research Institute, 2004
(http://www.iswa.ch/Info/Documents/WasteToEnergy03/Sundqvist2.pdf, 09.12.05)

Avfall - avskaffelsen av kastesystemet, Bellona Rapport 5:2002
(http://www.bellona.no/no/industri_og_avfall/avfall/22651.html, 09.12.05)

Kort innføring i søppel, Natur og Ungdom
(http://www.nu.no/avfall/soppel/78c64c9032255e6094be13dd46e2703c, 09.12.05)

Samarbeidsregjeringens Sem-erklæring
(http://www.krf.no/pls/portal/docs/PAGE/KRF/POLITIKK/POL_DOK/SEM_ERKLAERING.PDF, 09.12.05)

SFTs strategi for nedbrytbart avfall
(http://www.sft.no/nyheter/dokumenter/nedbrytbartavfall_strategiforslag_lang040604.pdf, 09.12.05)

Innst.S.nr.295 (2000-2001) Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand
(http://www.stortinget.no/inns/2000/pdf/inns-200001-295.pdf, 09.12.05)

Innst S. nr. 240 (2001-2002) Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om Norsk klimapolitikk og om Tilleggsmelding til Norsk klimapolitikk
(http://www.stortinget.no/inns/2001/pdf/inns-200102-240.pdf, 09.12.05)

Vurdering av foreslåtte virkemidler for materialgjenvinning og energiutnyttelse av tre avfallsfraksjoner, Stiftelsen Østfoldforskning for Norsk Returkartong AS, Norsk Resy AS, Plastretur AS, 2003
(http://www.plastretur.no/or-2003-virkemidler-avfall.pdf, 09.12.05)

Plastens mangfoldige verden, Plastindustriforbundet, 1990

Samfunnsøkonomisk vurdering av plastemballasjeinnsamling, Interconsult ASA for Oslo kommune renovasjonsetaten, 2001

4. Hvordan forbedre utnyttelsen av plasten?

Faktor 10 miljøforbedringer i kontorvirksomhet, Stiftelsen Østfoldforskning for Norges Forskningsråd, 2003
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/OR.38.2003.pdf, 09.12.05)

Begreper og lenker, GRIP - stiftelsen for bærekraftig produksjon og forbruk
(http://www.grip.no/Felles/begreper.htm, 09.12.05)

4.1. Hva kan produsenter gjøre?

How Green are Green Plastics?, Scientific American August 2000
(http://www.mindfully.org/Plastic/Biodegrade/Green-PlasticsAug00.htm, 09.12.05)

Avtaler mellom emballasjebransjen og Miljøverndepartementet
(http://www.sft.no/nyheter/dbafile9193.html, 09.12.05)

4.3. Hva kan myndighetene gjøre?

Lov om offentlige anskaffelser
(http://www.lovdata.no/all/nl-19990716-069.html, 09.12.05)

Forskrift om offentlige anskaffelser
(http://www.lovdata.no/for/sf/mo/xo-20010615-0616.html, 09.12.05)

Boks 1: Plasttyper og bruksområder

Caplex nettleksikon (hhtp://www.caplex.net, 09.12.05)

Avfall - avskaffelsen av kastesystemet, Bellona Rapport 5:2002
(http://www.bellona.no/no/industri_og_avfall/avfall/22651.html, 09.12.05)

Årsrapport fra Plastretur AS, 2002
(http://www.plastretur.no/arsrapport2002.pdf, 09.12.05)

Plastics Recycling - Plastics Waste Arisings and Recycling Rates, Environmental Resources Management for the Department of Trade and Industry, 2002
(http://www.set4women.gov.uk/sustainability/downloads/plastics.pdf, 09.12.05)

Hva er plast?, Norsk teknisk museum,
(http://www.museumsnett.no/alias/HJEMMESIDE/ntm/no/utstillingene/plast/hva_er_plast.htm, 09.12.05)

Toybox DX
(http://www.toyboxdx.com/data/plastic.html, 09.12.05)

Boks 2: Tilsetningsstoffer i plast
Miljøstatus i Norge
(http://www.miljostatus.no/, 09.12.05)

Faktaark om PVC, Bellona
(http://www.bellona.no/no/harde_miljoefakta/kjemiske_forbindelser/12809.html, 09.12.05)

Cellulose i nye materialer, Teknisk Ukeblad nr 29, 2004

Avfall - avskaffelsen av kastesystemet, Bellona Rapport 5:2002
(http://www.bellona.no/no/industri_og_avfall/avfall/22651.html, 09.12.05)

Hydro Polymers ordliste
(http://www.hydropolymers.com/no/media_room/glossary/, 09.12.05)

Plastic Additives, 2004
(http://www.the-infoshop.com/study/go9758_plastic_additives_toc.html, 09.12.05)

Toybox DX
(http://www.toyboxdx.com/data/plastic.html, 09.12.05)

Boks 3: Plastforbruk etter bruksområde
Association of Plastics Manufacturers (PlasticsEurope)
(http://www.plasticseurope.org, 09.12.05)

Appendiks: Ordforklaringer
The American plastics council
(http://www.plastics.org/s_plastics/index.asp, 09.12.05)

Organic Chemistry, Seyhan Ege, D.C. Heath and Company, 1989

Caplex nettleksikon
(hhtp://www.caplex.net, 09.12.05)

Making packaging greener – biodegradable plastics, Australian Academy of Science
(http://www.science.org.au/nova/061/061key.htm, 09.12.05)

How Green are Green Plastics?, Scientific American August 2000
(http://www.mindfully.org/Plastic/Biodegrade/Green-PlasticsAug00.htm, 09.12.05)

Miljøstatus i Norge, tema Avfall
(http://www.miljostatus.no/avfall, 09.12.05)

Avtaler mellom emballasjebransjen og Miljøverndepartementet
(http://www.sft.no/nyheter/dbafile9193.html, 09.12.05)

Energiutnyttelse fra avfall i Norge, Kjelforeningen Norsk Energi for Prosessindustriens landsforening, 2001
(http://www.pil.no/NR/rdonlyres/B80F235B-0803-417C-9275-1C46EAADE6EE/481/23849energiutnyttelsefraavfall.doc, 09.12.05)

Sammenligning mellom livsløpsanalyse og nyttekostnadsanalyse, Stiftelsen Østfoldforskning, i samarbeid med Econ, for Norges Forskningsråd, 2003
(http://www.sto.no/sto/publikasjoner/AR.13.2003.pdf, 09.12.05)

EU Waste policy (http://europa.eu.int/comm/environment/waste/, 09.12.05)

Jordkloden som et drivhus, Forskning.no, 2003
(http://www.forskning.no/Artikler/2003/november/1068717397.89, 09.12.05)

Hydro Polymers ordliste
(http://www.hydropolymers.com/no/media_room/glossary, 09.12.05)

Appendiks: Ordforklaringer

Avfallshierarkiet	rangering av ulike behandlingsalternativer for avfall: 1) avfallsminimering, 2) ombruk, 3) resirkulering, 4) forbrenning med energiutnyttelse, 5) forsvarlig sluttbehandling (forbrenning uten energiutnyttelse eller deponering)
Biopolymer	naturlig polymer, eks. cellulose og protein
Deponering	avfall legges på en søppelfylling
Drivhuseffekt	ulike klimagasser forsinker varmestråling fra jorda på vei ut i verdensrommet, med oppvarming av atmosfæren som resultat – øker i effekt når mengden klimagasser i atmosfæren øker
Elastomer	gummielastisk polymerer
Emballasjeoptimering	forbedring av emballasje som opprettholder tilstrekkelig beskyttelse av den emballerte varen med lavest mulig ressursbruk og miljøbelastningen og høyest grad av gjenvinning
Energiutbytte	produktet av virkningsgrad og energiutnyttelsesgrad
Energiutnyttelsesgrad	andelen av den produserte energimengden (ut av kjelsystemet), som utnyttes internt (til oppvarming) og eksternt (til direkte oppvarming, fjernvarme eller strømproduksjon).
Forsuring	redusert pH i jordsmonn og vannmiljø som følge av tilførsel av SO_2 og NO_X via nedbør – gir skader på vegetasjon og dyreliv
Forsøpling	avfall samles ikke inn, men havner i miljøet, der det blir utsatt for mekanisk slitasje (f.eks. av vann) og nedbrytning
Gjenvinning	samlebetegnelse for resirkulering og forbrenning med energiutnyttelse
Herdeplast	plast som har gjennomgått en kjemisk herding under produksjon, eks alkydplast, aminoplaster som urea- om melaminplast, epoksyplast, polyuretan, umettet polyesterplast og fenolplast (også kalt bakelitt)
Hydrokarbon	molekyl av hydrogen og karbon
Jomfruelig materiale	materiale som ikke har vært i bruk i noe produkt tidligere
Kjemisk resirkulering	kjemisk nedbryting av plasten, enten ved at polymermylekylene skilles fra hverandre, eller ved at også polymerene brytes ned
Klimagass	gasser som absorberer, og dermed forsinker, varmestråling fra jorda – utgjør under 1prosent av atmosfæren - viktigst er vann i dampform, dernest karbondioksid (CO_2) - metan (CH4) finnes i mindre mengder og er mer kortlivet, men mye kraftigere virkning
Livsløpsanalysene	analysemetode som forsøker å identifisere og dokumentere miljøbelastninger gjennom hele livsløpet til et produkt (avfallsfasen inkludert), som regel med unntak av miljøgiftutslipp
Makrofauna	dyr med kroppsstørrelse > 1 cm, inkludert insekter, edderkopper og meitemark.

Mekanisk resirkulering	omdanning vha smelteprosess
Mesofauna	dyr med kroppsstørrelse på 0.2 mm - 1 cm, som midd og spretthaler.
Mikrofauna	dyr med kroppsstørrelse < 0.2 med mer, som grupper av protozoer, midd og nematoder
Miljøgift	kjemikalier som er lite nedbrytbare, kan hope seg opp i levende organismer (bioakkumulere) og er giftige - begrepet giftig omfatter også langtidsvirkninger som kreft, reproduksjonsskader og arvestoffskader.
Miljønytte	redusert miljøbelastning i forhold til et alternativ
Monomer	enkle hydrokarbonmolekyler, eks. eten, buten og propen
Nedbrytbar plast	plast hvis nedbrytbarhet er sammenlignbar med organisk materiale, kan være både oljebasert eller plantebasert
Overgjødsling	tilførsel av næringsstoffer, hovedsakelig nitrogen, som fører til algeoppblomstring og oksygenmangel i vannmiljø – viktigste kilder i Norge er sur nedbør, jordbruk, fiskeoppdrett, avløpsvann og industri
Polymerer	lange kjeder av monomerer
Regranulat	sluttproduktet etter mekanisk gjenvinning, råvare til ny produksjon
Resirkulerbarhet	hvor egnet et materiale er for resirkulering – avhenger av materialtype, tilsetningsstoffer, forurensninger, innblanding av andre materialer, hvor mange ganger materialet eller dets bestanddeler allerede har vært resirkulert – forskjellige krav for ulike resirkuleringsprosesser
Resirkulering	avfall brukes som råvare, ikke energikilde - også kalt materialgjenvinning
Samfunnsøkonomisk analyse	analysemetode som forsøker å måle og veie alle gevinster og kostnader ved et tiltak (f.eks. et behandlingsalternativ for plastavfall), miljøgiftbelastning inkludert
Sigevann	vann som renner gjennom og ut av et avfallsdeponi
Termoplast	plast som er formbar eller som kan gjøres formbar ved oppvarming, eks. polyamider og akrylplaster, polyestere som polykarbonater, polyetylen, polybutylen og polypropylen, polystyrener og vinylklorider som polyvinylklorid (PVC)
Utvidet produsentansvar	produsenten skal ha både økonomisk og juridisk ansvar for skade på miljøet som følge av deres produkter. Produsenten står ikke bare ansvarlig for sitt produktet under produksjon og bruk, men får også ansvar for at en viss andel av produktene samles inn og gjenvinnes. Utvidet produsentansvar kan enten være lovfestet, fastlagt i en avtale mellom bransje og myndigheter eller basert på eget initiativ fra produsenten
Virkningsgrad	hvor godt et forbrenningsanlegg utnytter energien i brenselet